

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-299460

(43) 公開日 平成10年(1998)11月10日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	F I		
F 0 1 N 3/20	Z A B	F 0 1 N 3/20	Z A B C	
3/08	Z A B	3/08	Z A B A	
3/24		3/24	E	
	Z A B		Z A B R	
F 0 2 D 41/04	Z A B	F 0 2 D 41/04	Z A B	
審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 10 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平9-121571

(22) 出願日 平成9年(1997)4月25日

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 鷹嘴 年克

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社
本田技術研究所内

(72) 発明者 大野 弘志

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

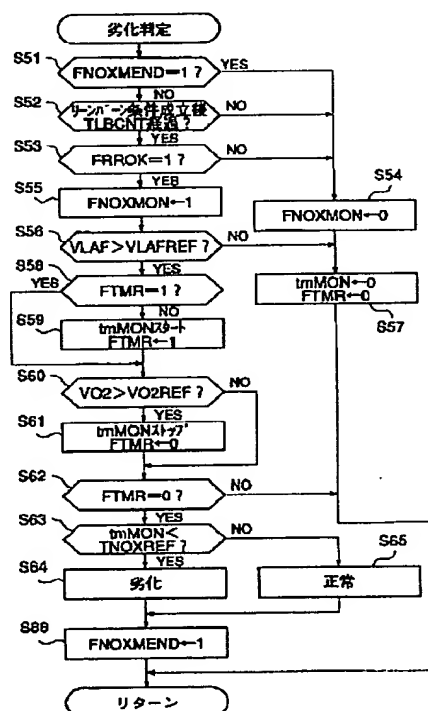
(74) 代理人 弁理士 渡部 敏彦

(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気ガス浄化装置

(57) 【要約】

【課題】 NO_x 吸収剤の劣化を精度よく判定することができる排気ガス浄化装置を提供する。

【解決手段】 排気ガス浄化手段16のNO_x 吸収剤からNO_x を放出させて還元するための空燃比リッチ化開始後 (S53)、LAFセンサ14が出力値がリッチ空燃比を示す値に変化した時点 (S56) から、酸素濃度センサ15の出力値がリッチ空燃比を示す値となる時点 (S60) までの時間TMONが、タイマtmMONにより計測される。タイマtmMONの値 (= TMON) が所定判定時間TNOXREFより小さいとき、排気ガス浄化手段16の窒素酸化物吸収剤が劣化していると判定される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関の排気系に設けられ、排気ガスリーン状態において排気ガス中の窒素酸化物を吸収する窒素酸化物吸収剤を内蔵する排気ガス浄化手段と、該排気ガス浄化装置の上流側及び下流側に設けられ、排気ガス中の酸素濃度を検出する第 1 及び第 2 の酸素濃度センサと、前記機関に供給する混合気の空燃比をリッチ化することにより前記窒素酸化物吸収剤に吸収された窒素酸化物を還元する還元手段とを備えた排気ガス浄化装置において、

前記還元手段によるリッチ化開始後、前記第 1 の酸素濃度センサの出力値がリッチ空燃比を示す値に変化した時点から、前記第 2 の酸素濃度センサの出力値がリッチ空燃比を示す値となる時点までの時間が、所定判定時間より短いとき、前記排気ガス浄化装置の窒素酸化物吸収剤が劣化していると判定する劣化判定手段を備えることを特徴とする内燃機関の排気ガス浄化装置。

【請求項 2】 前記還元手段は、前記混合気を理論空燃比よりリーン化するリーン空燃比制御が所定リーン制御時間継続したとき作動することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の排気ガス浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の排気ガス浄化装置に関し、特に排気系に窒素酸化物の吸収剤を内蔵する排気ガス浄化手段を備えた内燃機関の排気ガス浄化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】内燃機関に供給する混合気の空燃比を理論空燃比よりリーン側に設定する（いわゆるリーンバーン制御を実行する）と、窒素酸化物（以下「 NO_x 」という）の排出量が増加する傾向があるため、機関の排気系に NO_x を吸収する NO_x 吸収剤を内蔵する排気ガス浄化手段を設け、排気ガスの浄化を行う技術が従来より知られている。この NO_x 吸収剤は、空燃比が理論空燃比よりリーン側に設定され、排気ガス中の酸素濃度が比較的高い（ NO_x が多い）状態（以下「排気ガスリーン状態」という）においては、 NO_x を吸収する一方、逆に空燃比が理論空燃比よりリッチ側に設定され、排気ガス中の酸素濃度が低く、 HC 、 CO 成分が多い状態（以下「排気ガスリッチ状態」という）においては、吸収した NO_x を放出する特性を有する。この NO_x 吸収剤を内蔵する排気ガス浄化手段は、排気ガスリッチ状態においては、 NO_x 吸収剤から放出される NO_x は HC 、 CO により還元されて、窒素ガスとして排出され、また HC 、 CO は酸化されて水蒸気及び二酸化炭素として排出されるように構成されている。

【0003】上記 NO_x 吸収剤が、吸収できる NO_x 量には当然限界があり、この限界値は、 NO_x 吸収剤が劣化すると小さくなる傾向を示す。そのため、排気ガス浄

化手段の下流側に空燃比センサを配置し、 NO_x 吸収剤に吸収された NO_x を放出させるための空燃比リッチ化を実行し、該空燃比リッチ化開始時点から、前記空燃比センサの出力がリッチ空燃比を示す値に変化する時点までの時間により、 NO_x 吸収剤の劣化度合を判定する手法が、従来より知られている（特開平 8 - 2 3 2 6 4 4 号公報）。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の手法では、機関に供給する混合気の空燃比をリッチ化した時点基準として排気ガス浄化手段の下流側空燃比センサの出力が変化するための時間を計測するため、リッチ化された混合気が燃焼して排気系に排出されるまでの遅れ時間によって計測時間が変動し、劣化判定を精度よく行うことができないという問題があった。

【0005】本発明はこの点に着目してなされたものであり、 NO_x 吸収剤の劣化を精度よく判定することができる排気ガス浄化装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため請求項 1 に記載の発明は、内燃機関の排気系に設けられ、排気ガスリーン状態において排気ガス中の窒素酸化物を吸収する窒素酸化物吸収剤を内蔵する排気ガス浄化手段と、該排気ガス浄化装置の上流側及び下流側に設けられ、排気ガス中の酸素濃度を検出する第 1 及び第 2 の酸素濃度センサと、前記機関に供給する混合気の空燃比をリッチ化することにより前記窒素酸化物吸収剤に吸収された窒素酸化物を還元する還元手段とを備えた排気ガス浄化装置において、前記還元手段によるリッチ化開始後、前記第 1 の酸素濃度センサの出力値がリッチ空燃比を示す値に変化した時点から、前記第 2 の酸素濃度センサの出力値がリッチ空燃比を示す値となる時点までの時間が、所定判定時間より短いとき、前記排気ガス浄化装置の窒素酸化物吸収剤が劣化していると判定する劣化判定手段を備えることを特徴とする。

【0007】この構成によれば、還元手段によるリッチ化開始後、第 1 の酸素濃度センサの出力値がリッチ空燃比を示す値に変化した時点から、第 2 の酸素濃度センサの出力値がリッチ空燃比を示す値となる時点までの時間が、所定判定時間より短いとき、排気ガス浄化装置の窒素酸化物吸収剤が劣化していると判定される。

【0008】ここで、「所定判定時間」は、還元手段によるリッチ化の度合に応じて、例えば新品の NO_x 吸収剤の吸収能力の 50%程度に対応する値に設定される。

【0009】請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の内燃機関の排気ガス浄化装置において、前記還元手段は、前記混合気を理論空燃比よりリーン化するリーン空燃比制御が所定リーン制御時間継続したとき作動する。

【0010】この構成によれば、機関に供給する混合気を理論空燃比よりリーン化するリーン空燃比制御が所定

リーン制御時間継続したときに、還元手段による空燃比のリッチ化が行われる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0012】図1は、本発明の実施の一形態に係る内燃機関（以下「エンジン」という）及びその空燃比制御装置の全体構成図であり、例えば4気筒のエンジン1の吸気管2の途中にはスロットル弁3が配されている。スロットル弁3にはスロットル弁開度（ θ_{TH} ）センサ4が連結されており、当該スロットル弁3の開度に応じた電気信号を出力してエンジン制御用電子コントロールユニット（以下「ECU」という）5に供給する。

【0013】燃料噴射弁6はエンジン1とスロットル弁3との間かつ吸気管2の図示しない吸気弁の少し上流側に各気筒毎に設けられており、各噴射弁は図示しない燃料ポンプに接続されていると共にECU5に電気的に接続されて当該ECU5からの信号により燃料噴射弁6の開弁時間が制御される。

【0014】一方、スロットル弁3の直ぐ下流には吸気管内絶対圧（PBA）センサ7が設けられており、この絶対圧センサ7により電気信号に変換された絶対圧信号は前記ECU5に供給される。また、その下流には吸気温（TA）センサ8が取付けられており、吸気温TAを検出して対応する電気信号を出力してECU5に供給する。

【0015】エンジン1の本体に装着されたエンジン水温（TW）センサ9はサーミスタ等から成り、エンジン水温（冷却水温）TWを検出して対応する温度信号を出力してECU5に供給する。

【0016】エンジン1の図示しないカム軸周囲又はクランク軸周囲には、エンジン回転数（NE）センサ10及び気筒判別（CYL）センサ11が取り付けられている。エンジン回転数センサ10は、エンジン1の各気筒の吸入行程開始時の上死点（TDC）に関し所定クランク角度前のクランク角度位置で（4気筒エンジンではクランク角 180° 毎に）TDC信号パルスを出力し、気筒判別センサ11は、特定の気筒の所定クランク角度位置で気筒判別信号パルスを出力するものであり、これらの各信号パルスはECU5に供給される。

【0017】排気管12には排気ガスを浄化する排気ガス浄化手段16が設けられ、排気ガス浄化手段16は、NO_xを吸収するNO_x吸収剤及び酸化、還元作用を有する触媒を内蔵する。NO_x吸収剤は、エンジン1に供給される混合気空燃比が理論空燃比よりリーン側に設定され、排気ガス中の酸素濃度が比較的高い（NO_xが多い）状態（排気ガスリーン状態）においては、NO_xを吸収する一方、逆にエンジン1に供給される空燃比が理論空燃比よりリッチ側に設定され、排気ガス中の酸素濃度が低く、HC、CO成分が多い状態（排気ガスリッ

チ状態）においては、吸収したNO_xを放出する特性を有する。排気ガス浄化手段16は、排気ガスリーン状態においては、NO_x吸収剤にNO_xを吸収させる一方、排気ガスリッチ状態においては、NO_x吸収剤から放出されるNO_xがHC、COにより還元されて、窒素ガスとして排出され、またHC、COは酸化されて水蒸気及び二酸化炭素として排出されるように構成されている。NO_x吸収剤としては、例えば酸化バリウム（BaO）が使用され、触媒としては例えば白金（Pt）が使用される。このNO_x吸収剤は、一般にその温度が高くなるほど、吸収したNO_xを放出しやすくなる特性を有する。なお、NO_x吸収剤は、排気ガスリーン状態においても、酸素濃度が低下し、NO_xの生成量が減少すると、NO_xの放出を行う。

【0018】従来技術のところで説明したように、NO_x吸収剤のNO_x吸収能力の限界、すなわち最大NO_x吸収量まで、NO_xを吸収すると、それ以上NO_xを吸収できなくなるので、NO_xを放出させて還元するために空燃比の還元リッチ化を実行する。この還元リッチ化は、リッチ化の度合が小さすぎると、放出されたNO_xの還元が不十分となる一方、リッチ化の度合が大きすぎると、HC、COの排出量が増大するので、還元リッチ化のリッチ化の度合を適切に制御することにより、良好な排気ガス特性を維持することが可能となる。

【0019】排気ガス浄化手段16の上流位置には、第1の酸素濃度センサとしての比例型空燃比センサ14（以下「LAFセンサ14」という）が装着されており、このLAFセンサ14は排気ガス中の酸素濃度（空燃比）にほぼ比例した電気信号を出力し、ECU5に供給する。なお、本実施形態では、空燃比がリッチ化するとLAFセンサ14の出力V_{LAF}が増加する設定としている。また、排気ガス浄化手段16の下流位置には、酸素濃度センサ（第2の酸素濃度センサ）15（以下「O2センサ15」という）が装着されており、その検出信号はECU5に供給される。このO2センサ15は、その出力V_{O2}が理論空燃比の前後において急激に変化する特性を有し、その出力V_{O2}は理論空燃比よりリッチ側で高レベルとなり、リーン側で低レベルとなる。

【0020】エンジン1は、吸気弁及び排気弁のバルブタイミングを、エンジンの高速回転領域に適した高速バルブタイミングと、低速回転領域に適した低速バルブタイミングとの2段階に切換可能なバルブタイミング切換機構30を有する。このバルブタイミングの切換は、弁リフト量の切換も含み、さらに低速バルブタイミング選択時は2つに吸気弁のうち的一方を休止させて、空燃比を理論空燃比よりリーン化する場合においても安定した燃焼を確保するようにしている。

【0021】バルブタイミング切換機構30は、バルブタイミングの切換を油圧を介して行うものであり、この

油圧切換を行う電磁弁及び油圧センサがECU5接続されている。油圧センサの検出信号はECU5に供給され、ECU5は電磁弁を制御してエンジン1の運転状態に応じたバルブタイミングの切換制御を行う。

【0022】ECU5は、各種センサからの入力信号波形を整形し、電圧レベルを所定レベルに修正し、アナログ信号値をデジタル信号値に変換する等の機能を有する入力回路5a、中央演算処理回路（以下「CPU」という）5b、CPU5bで実行される各種演算プログラム及び演算結果等を記憶する記憶手段5c、前記燃料噴射

$$TOUT = TI \times KCMDM \times KLAFF \times K1 + K2 \dots (1)$$

ここに、TIは燃料噴射弁5の基本燃料噴射時間であり、エンジン回転数NE及び吸気管内絶対圧PBAに応じて決定される。

【0025】KCMDMは最終目標空燃比係数であり、後述するようにエンジン回転数NE、吸気管内絶対圧PBA、エンジン水温TW等のエンジン運転パラメータに応じて設定される目標空燃比係数KCMDに対して燃料冷却補正を行って算出される。目標空燃比係数KCMDは、空燃比A/Fの逆数、すなわち燃空比F/Aに比例し、理論空燃比のとき値1.0をとるので、目標当量比ともいう。

【0026】KLAFFは、LAFセンサ14の検出値から算出される検出当量比KACTが目標当量比KCMDに一致するようにPID制御により算出される空燃比補正係数である。

【0027】K1及びK2は夫々各種エンジンパラメータ信号に応じて演算される他の補正係数および補正変数であり、エンジン運転状態に応じた燃費特性、エンジン加速特性等の諸特性の最適化が図れるような所定値に決定される。

【0028】CPU5bは上述のようにして求めた燃料噴射時間TOUTに基づいて燃料噴射弁6を開弁させる駆動信号を出力回路5dを介して燃料噴射弁6に供給する。

【0029】本実施形態では、ECU5及び燃料噴射弁6により還元手段が構成され、さらにECU5により、劣化判定手段が構成される。

【0030】図2は、目標当量比KCMDを算出し、検出当量比KACTが目標当量比KCMDに一致するようにPID制御により空燃比補正係数KLAFFを算出する処理のフローチャートである。この処理は、例えばTDC信号パルスの発生に同期して実行される。

【0031】先ずステップS1では、目標当量比KCMDを算出する。目標当量比KCMDは、基本的には、エンジン回転数NE及び吸気管内絶対圧PBAに応じて算出し、エンジン水温TWの低温状態や所定の高負荷運転状態では、それらの運転状態に応じた値に変更される。

【0032】ステップS2では、下記式により目標当量比KCMDの燃料冷却補正を行い、最終目標空燃比係数

弁6に駆動信号を供給する出力回路5d等から構成される。

【0023】CPU5bは、上述の各種エンジンパラメータ信号に基づいて、後述するように、空燃比フィードバック制御領域や空燃比フィードバック制御を行わない複数の特定運転領域の種々のエンジン運転状態を判別するとともに、該判別されたエンジン運転状態に応じて、次式(1)に基づき、前記TDC信号パルスに同期する燃料噴射弁6の燃料噴射時間TOUTを演算する。

【0024】

KCMDMを算出する。

【0033】KCMDM = KCMD × KETC

KETCは、燃料冷却補正係数であり、KCMD値が増加するほど増加するように設定される。燃料冷却補正は、KCMD値が増加し、燃料噴射量が増加するほど噴射による燃料冷却効果が大きくなることを考慮して行うものである。

【0034】ステップS3では、後述する図3及び4の還元リッチ化制御処理を実行し、ステップS4では、LAFセンサ14の検出値を当量比に換算して、検出当量比KACTを算出する。続くステップS5では、検出当量比KACTと目標当量比KCMDの偏差に基づくPID制御により、検出当量比KACTが目標当量比KCMDに一致するように空燃比補正係数KLAFFを算出する。

【0035】図3及び4は、図2のステップS3で実行される還元リッチ化制御処理のフローチャートである。

【0036】図3のステップS11では、エンジン1がLAFセンサ14の検出値に応じたフィードバック制御を実行する運転状態にあることを「1」で示すフィードバック制御フラグFLAFFBが「1」か否かを判別し、FLAFFB=1であってフィードバック制御を実行する運転状態にあるときは、空燃比を理論空燃比よりリーン側に設定するリーンバーン制御を実行する運転状態であることを「0」で示すリーンバーン制御フラグFKBSMJGが「0」か否かを判別し（ステップS12）、FKBSMJG=0であってリーンバーン制御を実行する運転状態であるときは、目標当量比KCMDが、理論空燃比より若干リーン側の値に設定される所定当量比KCMDLB（例えば、0.98）以下か否かを判別する（ステップS13）。

【0037】そして、ステップS11～S13のいずれかの答が否定（NO）であるときは、還元リッチ化の実行中であることを「1」で示す還元リッチ化フラグFRROKを「0」に設定するとともに、カウンタCTRRに第1の所定値CTRRINT1（図6（c）参照）を設定して（ステップS14）、還元リッチ化を実行することなく本処理を終了する。

【0038】ステップS11～S13の答が全て肯定

(YES)である状態、すなわちリーンバーン制御の実行条件が成立しているときは、ステップS15に進み、図5(a)に示すCTSVマップの検索を行い、カウンタCTRRの増分値CTSVを算出する。CTSVマップは、エンジン回転数NE及び吸気管内絶対圧PBAに応じて増分値CTSVが設定されたマップであり、エンジン回転数NEが増加するほど、また吸気管内絶対圧PBAが増加するほど、CTSV値が増加するように設定されている。続くステップS16では、カウンタCTRRの値を増分値CTSVだけインクリメントし、次いでカウンタCTRRの値が前記第1の所定値CTRRINT1より小さい所定閾値CTRRACT(図6(c)参照)以上か否かを判別する(ステップS17)。リーンバーン制御実行条件が成立した直後は、カウンタCTRRは、第1の所定値CTRRINT1に設定されている(ステップS14)ため、 $CTRR \geq CTRRACT$ であり、ステップS18に進む。

【0039】ステップS18では、還元リッチ化フラグFRROKが「1」か否かを判別する。最初は、FRROK=0であるので、これを「1」に設定し(ステップS19)、ステップS21に進んでエンジン回転数NEが第1の所定回転数NKCMDRL(例えば1000rpm)より高いか否かを判別し、 $NE > NKCMDRL$ であるときは、エンジン回転数NEが第1の所定回転数NKCMDRLより高い第2の所定回転数NKCMDRH(例えば、2000rpm)より高いか否かを判別する(ステップS22)。そして、 $NE \leq NKCMDRL$ であって低回転領域にあるときは、ダウンカウントタイマ t_{mRR} を低回転用所定時間TMRRL(例えば300msec)に設定し(ステップS25)、 $NKCMDRL < NE \leq NKCMDRH$ であって中回転領域にあるときは、タイマ t_{mRR} を、低回転用所定時間TMRRLより長い中回転用所定時間TMRM(例えば500msec)に設定し(ステップS24)、 $NE > NKCMDRH$ であって高回転領域にあるときは、タイマ t_{mRR} を中回転用所定時間TMRMより長い高回転用所定時間TMRH(例えば800msec)に設定して(ステップS23)、ステップS26に進む。

【0040】ステップS26では、ステップS23、S24またはS25で設定したタイマ t_{mRR} をスタートさせ(図6(b)、時刻t1参照)、次いで排気ガス浄化手段16のNOx吸収剤の劣化判定実行中であることを「1」で示す劣化モニタフラグFNOXMONが

「1」か否かを判別する(ステップS41)。その結果、FNOXMON=0であって劣化判定を実行していないときは、図5(b)に示すKCMDRRマップを検索して還元リッチ化目標当量比KCMDRRを算出し

(ステップS28)、最終目標空燃比係数KCMDMを還元リッチ化目標当量比KCMDRRに設定して(ス

テップS29)、本処理を終了する。

【0041】KCMDRRマップは、エンジン回転数NE及び吸気管内絶対圧PBAに応じて還元リッチ化目標当量比KCMDRRが設定されたマップであり、エンジン回転数NEが増加するほど、また吸気管内絶対圧PBAが増加するほど、KCMDRR値が増加するように設定されている。なお、すべての設定値は1.0より大きい値である。

【0042】一方ステップS41でFNOXMON=1であってNOx吸収剤の劣化判定実行中であるときは、還元リッチ化目標当量比KCMDRRを劣化判定用の固定値KCMDRRMON(例えばA/F=11相当の値)に設定して(ステップS42)、前記ステップS29に進む。

【0043】還元リッチ化フラグFRROKがステップS19で「1」に設定され、還元リッチ化が開始されると、以後はステップS18の答が肯定(YES)となり、ステップS27に進んで、タイマ t_{mRR} の値が「0」か否かを判別する。最初は、 $t_{mRR} > 0$ であるので、前記ステップS41に進み、 $t_{mRR} = 0$ となると(図6、時刻t2)、還元リッチ化フラグFRROKを「0」に設定し(ステップS30)、カウンタCTRRを所定閾値CTRRACTより小さい第2の所定値CTRRINT2(例えば0)に設定して(ステップS31)、還元リッチ化を終了する。ステップS30、S31を実行する場合は、最終目標空燃比係数KCMDMは図2のステップS2で算出された値が保持されるので、リーンバーン制御が開始される。

【0044】以後は、ステップS16及びS17が繰り返され、すなわちリーンバーン制御が実行され、カウンタCTRRの値が所定閾値CTRRACTに達すると(図6、時刻t3)、ステップS18以下に進んで還元リッチ化を実行する。

【0045】図6は、図3及び4の処理を説明するためのタイムチャートであり、図6(a)(b)(c)は、それぞれ最終目標空燃比係数KCMDM、タイマ t_{mRR} の値及びカウンタCTRRの値の推移を示し、同図(a)のKCMDM0は理論空燃比相当の値(1.0)であり、KCMDMLは、例えばA/F=22相当の値である。図6は、時刻t1においてリーンバーン制御実行条件が不成立の状態から成立の状態に移行した場合の動作例を示している。リーンバーン制御実行条件が成立すると、先ず還元リッチ化処理が時刻t1からt2まで実行され、その後リーンバーン制御が開始される。このとき、カウンタCTRRは、第2の所定値CTRRINT2に設定される。ここで、タイマ t_{mRR} は、エンジン回転数NEが高いほど長い時間に設定され(ステップS21～S25)、また還元リッチ化目標当量比KCMDRRは、エンジン回転数NEが高いほど、また吸気管内絶対圧PBAが高いほど大きな値に設定されるので、

リッチ化の度合は、エンジン回転数NEが高いほど、また吸気管内絶対圧PBAが高いほど大きくなるように制御される。エンジン回転数NEが高いほど、また吸気管内絶対圧PBAが高いほど、排気ガス流量（体積／時間）または排気ガス流速（体積／（時間・断面積））は増加するので、本実施形態では、排気ガス流量または排気ガス流速が増加するほど、還元リッチ化の度合が大きくなるように制御される。

【0046】したがって、理論空燃比または理論空燃比よりリッチ側の空燃比に制御するエンジン運転状態からリーンバーン制御を実行するエンジン運転状態に移行したときは、先ず還元リッチ化が実行され、その後リーンバーン制御が実行される。しかも、還元リッチ化の度合は、エンジン回転数NEが高いほど、また吸気管内絶対圧PBAが高いほど、大きくなるように制御されるので、エンジン運転状態に応じた適切な還元リッチ化を行うことができ、NO_xまたはHC、COの排出量を増加させることなく、良好な排気ガス特性を維持することができる。

【0047】そして、リーンバーン制御の実行中にカウンタCTRRの値が所定閾値CTRR_{ACT}に達すると（図6、t3）、そのときのエンジン回転数NEに応じてタイマtmRRに所定時間TMRRL、TMRRM、またはTMRRHが設定されるとともに、そのときのエンジン回転数NE及び吸気管内絶対圧PBAに応じて還元リッチ化目標当量比KCMDRRが設定され、還元リッチ化が開始される。その後、タイマtmRRの値が「0」になると（図6、t4）、還元リッチ化を終了し、カウンタCTRRの値が第2の所定値CTRR_{INT2}の戻される。以後、リーンバーン制御実行条件が成立していれば、時刻t4以後も時刻t2からt4までと同様の動作が繰り返される。

【0048】このようにリーンバーン制御がカウンタCTRRの値と所定閾値CTRR_{ACT}で決まる所定リーン制御時間（TL1、TL2、TL3、…）継続したときは、還元リッチ化が実行され、しかも還元リッチ化の度合は、エンジン回転数NEが高いほど、また吸気管内絶対圧PBAが高いほど、大きくなるように制御されるので、エンジン運転状態に応じた適切な還元リッチ化を行うことができ、NO_xまたはHC、COの排出量を増加させることなく、良好な排気ガス特性を維持することができる。

【0049】ここで、リーン空燃比制御が所定リーン制御時間継続したことをカウンタCTRRが所定閾値CTRR_{ACT}に達したことにより判定し、該カウンタCTRRの増分値CTS_Vは、エンジン回転数NEが高いほど、また吸気管内絶対圧PBAが高いほど、大きな値に設定され、この増分値CTS_Vの値が大きくなるほどリーンバーン制御の継続される前記所定リーン制御時間（TL1、TL2、TL3、…）が短くなる。したがっ

て、排気ガス流量の増加に対応して還元リッチ化の時間的割合も増加し、エンジン運転状態に応じた適切な還元リッチ化を行うことができる。

【0050】なお、図6は、図3及び4の処理を説明するために示すものであり、わかりやすくするために、リーンバーン制御の時間的割合（=TL／（TR+TL））が実際より小さく、換言すれば還元リッチ化を実行する時間的割合（=TR／（TR+TL））が実際より大きく示されている。また、カウンタCTRRの増分値CTS_Vは、エンジン運転状態に応じて変化するもので、カウンタCTRRの値は、必ずしも図6に示すように直線的に増加するとは限らない。

【0051】図7は、排気ガス浄化手段16のNO_x吸収剤の劣化判定を行う処理のフローチャートである。本処理は、所定時間（例えば80msec）毎に実行される。

【0052】ステップS51では、この劣化判定が終了したことを「1」で示す終了フラグFNOXMENDが「1」か否かを判別し、FNOXMEND=1であって既に劣化判定が終了しているときは、ステップS54に進む。またFNOXMEND=0であって劣化判定が終了していないときは、リーンバーン制御の実行条件成立後、所定時間TLBCNTが経過したか否かを判別し（ステップS52）、経過していないときはステップS54に進み、経過しているときは還元リッチ化フラグFRROKが「1」か否かを判別する（ステップS53）。FRROK=0であって還元リッチ化が実行されないときは、ステップS54に進み、劣化モニタフラグFNOXMONを「0」に設定し、次いで劣化判定用アップカウントタイマtmMONを「0」に設定するとともに該タイマtmMONの作動中であることを「1」で示すタイマ作動フラグFTMRを「0」に設定して（ステップS57）、本処理を終了する。本実施形態では、リーンバーン制御実行条件成立直後（図6、時刻t2まで）は、リッチ化制御が実行されるので、その期間中では劣化判定を実行しないようにするためにステップS52が設けられている。

【0053】ステップS53でFRROK=1であって還元リッチ化が実行されているときは、劣化モニタフラグFNOXMONを「1」に設定し（ステップS55）、LAFセンサ14の出力VLAFが所定出力値VLAFREF（例えば理論空燃比相当の値）より高い（空燃比リッチを示す）か否かを判別する（ステップS56）。VLAF≤VLAFREFである間は前記ステップS57に進み、VLAF>VLAFREFとなるとステップS58に進んで、タイマ作動フラグFTMRが「1」か否かを判別する。最初はFTMR=0であるので、タイマtmMONをスタートさせるとともに、タイマ作動フラグFTMRを「1」に設定して（ステップS59）、ステップS60に進む。その後は、FTMR=

1 となるのでステップ S58 から直ちにステップ S60 に進む。

【0054】ステップ S60 では、O₂ センサ 15 の出力 VO₂ が理論空燃比相当の値より若干高い所定出力値 VO₂REF より高いか否かを判別する。最初は、空燃比リッチ化の影響が排気ガス浄化手段 16 の下流側には表れないので $VO_2 \leq VO_2REF$ であり、直ちにステップ S62 に進み、タイマ作動フラグ FTMR が「0」か否かを判別する。VO₂ \leq VO₂REF である間は、タイマ作動フラグ FTMR = 1 であり、ステップ S60 の答は否定 (NO) となるので、直ちに本処理を終了する。ステップ S60 で、VO₂ > VO₂REF となると、タイマ t_mMON を停止させ、タイマ作動フラグ FTMR を「0」に設定して (ステップ S61)、ステップ S62 に進む。このときは、ステップ S62 の答は肯定 (YES) となるので、ステップ S63 に進んで、タイマ t_mMON の値が所定判定時間 TNOXREF より小さいか否かを判別する。そして、t_mMON > TNOXREF であるときは、NO_x 吸収剤は正常と判定し (ステップ S65)、t_mMON \leq TNOXREF であるときは、NO_x 吸収剤が劣化していると判定し (ステップ S64)、終了フラグ FNOXMEND を「1」に設定して (ステップ S66)、本処理を終了する。所定判定時間 TNOXREF は、例えば NO_x 吸収剤の NO_x 吸収能力が新品の 50% 程度となったときの遅れ時間に対応するように実験により決定される。

【0055】図 7 の処理によれば、リーンバーン制御が所定リーン制御時間 TL (例えば TL1) 継続し、NO_x 吸収剤にほぼその吸収能力の限界まで NO_x を吸収させた後において還元リッチ化が実行されるときに、図 8 に示すように、排気ガス浄化手段 16 の上流側に設けられた LAF センサ 14 の出力 LAF が所定出力値 VLAFFREF を越えた時点 t11 から、下流側に設けられた O₂ センサ 15 の出力 VO₂ が所定出力値 VO₂REF を越える時点 t12 までの遅れ時間 TMON がタイマ t_mMON により計測される。この遅れ時間 TMON は、NO_x 吸収剤にほぼその吸収能力の限界まで吸収された NO_x が全て放出されるの要する時間に対応しており、NO_x 吸収剤の NO_x 吸収能力を示している。すなわち、この時間 TMON が短いほど、NO_x 吸収能力が低下していることを示すので、TMON 値が所定判定時間 TNOXREF より低下したとき、NO_x 吸収剤の劣化と判定するようにしている。

【0056】このように本実施形態では、排気ガス浄化手段 16 の上流側に設けた LAF センサ 14 の検出値がリッチ空燃比を示す値に変化した時点から、下流側に設けた O₂ センサ 15 の検出値がリッチ空燃比を示す値に変化した時点までの時間により、NO_x 吸収剤の劣化を判定するようにしたので、リッチ化された混合気が燃焼して排気系に排出されるまでの遅れ時間の影響を受ける

ことがなく、劣化判定の精度を向上させることができる。

【0057】なお、本発明は上述した実施形態に限るものではなく、種々の変形が可能である。例えば、上述した実施形態では、劣化判定実行時は、還元リッチ化目標当量比 KCMDRR を固定値 KCMDRRMON に設定するようにしたが (図 4、ステップ S41、S42)、劣化判定実行時も KCMDRR マップから検索した還元リッチ化目標当量比 KCMDRR を使用するようにしてもよい。ただし、その場合には、遅れ時間 TMON は、KCMDRR 値の影響を受けるので、劣化判定に使用する所定判定時間 TMONREF を KCMDRR 値が増加するほど、小さな値に設定することが望ましい。

【0058】また上述した実施形態では、排気ガス浄化手段 16 の上流側に比例型空燃比センサを設け、下流側に理論空燃比の前後で出力が急変する二値型の酸素濃度センサを設けるようにしたが、逆に上流側に二値型の酸素濃度センサを設け、下流側に比例型空燃比センサを設けてもよく、あるいは両方とも比例型空燃比センサとし、若しくは両方とも二値型酸素濃度センサとしてもよい。

【0059】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、還元手段によるリッチ化開始後、第 1 の酸素濃度センサの出力値がリッチ空燃比を示す値に変化した時点から、第 2 の酸素濃度センサの出力値がリッチ空燃比を示す値となる時点までの時間が、所定判定時間より短いとき、排気ガス浄化装置の窒素酸化物吸収剤が劣化していると判定されるので、リッチ化された混合気が燃焼して排気系に排出されるまでの遅れ時間の影響を受けることがなく、劣化判定の精度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の一形態にかかる内燃エンジン及びその空燃比制御装置の構成を示す図である。

【図 2】空燃比センサの出力に応じた空燃比フィードバック制御を実行する処理のフローチャートである。

【図 3】還元リッチ化を実行する処理のフローチャートである。

【図 4】還元リッチ化を実行する処理のフローチャートである。

【図 5】図 3 及び 4 の処理で使用するマップを示す図である。

【図 6】図 3 及び 4 の処理で使用するパラメータ値の推移を示すタイムチャートである。

【図 7】NO_x 吸収剤の劣化判定を行う処理のフローチャートである。

【図 8】図 7 に処理による劣化判定手法説明するためのタイムチャートである。

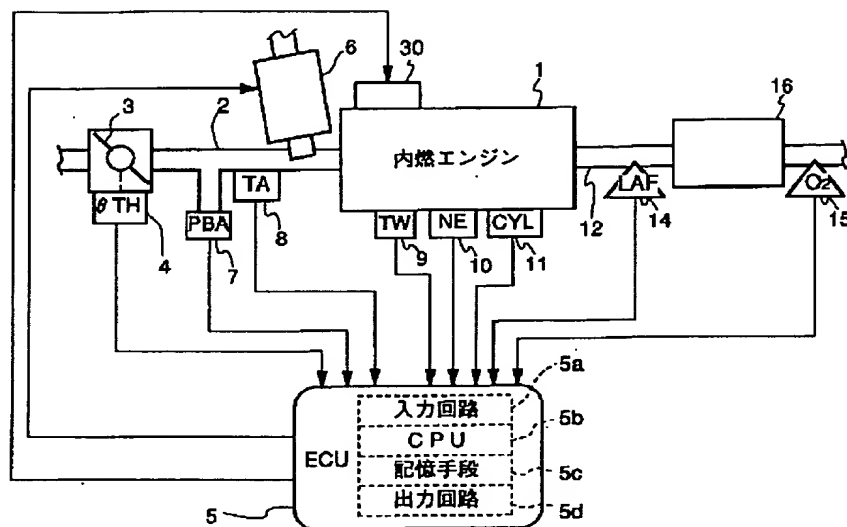
【符号の説明】

1 内燃エンジン

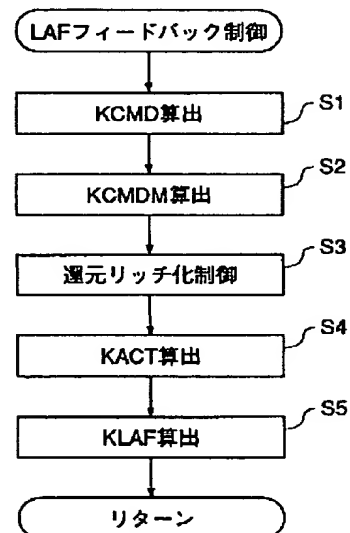
- 5 電子コントロールユニット (還元手段、劣化判定手段)
6 燃料噴射弁 (還元手段)
12 排気管

- 14 空燃比センサ (第1の酸素濃度センサ)
15 酸素濃度センサ (第2の酸素濃度センサ)
16 排気ガス浄化手段

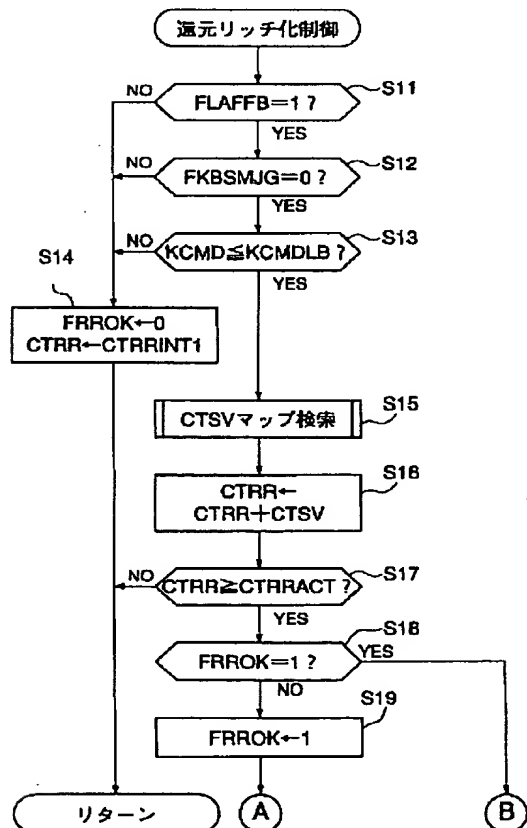
【図1】



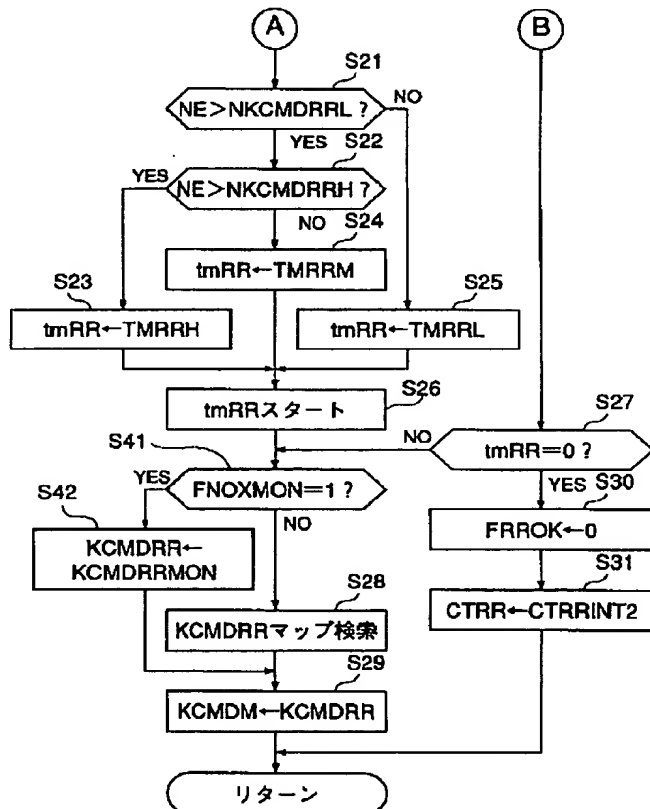
【図2】



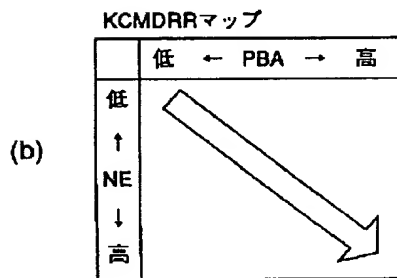
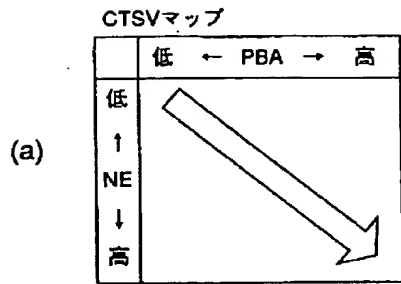
【図3】



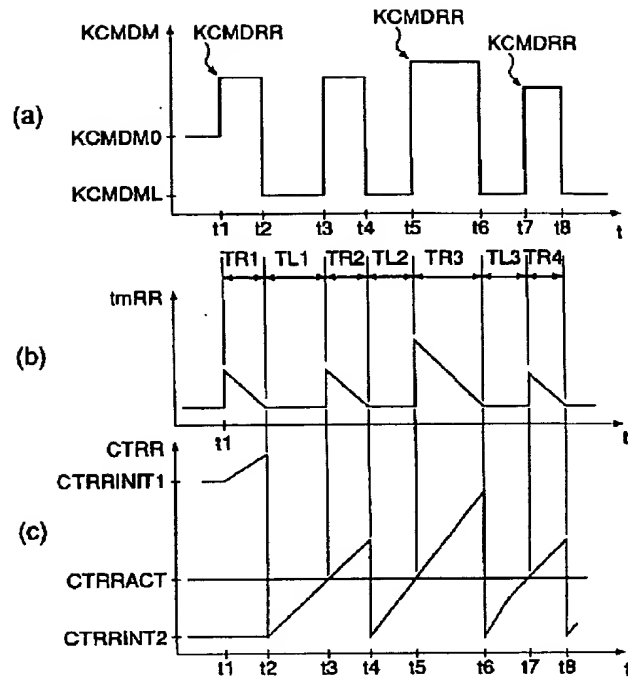
【図4】



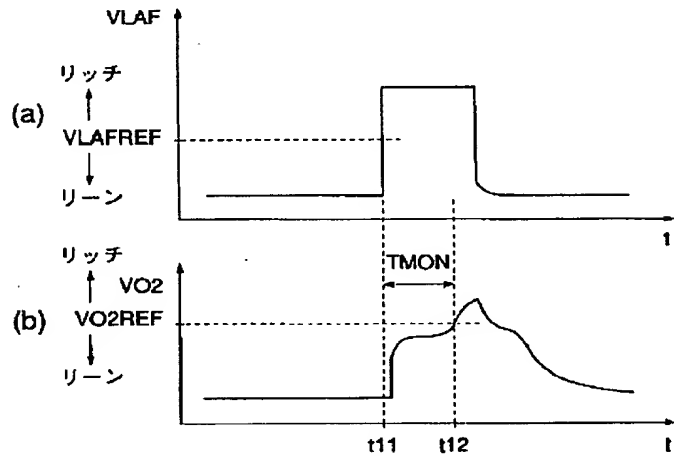
【図5】



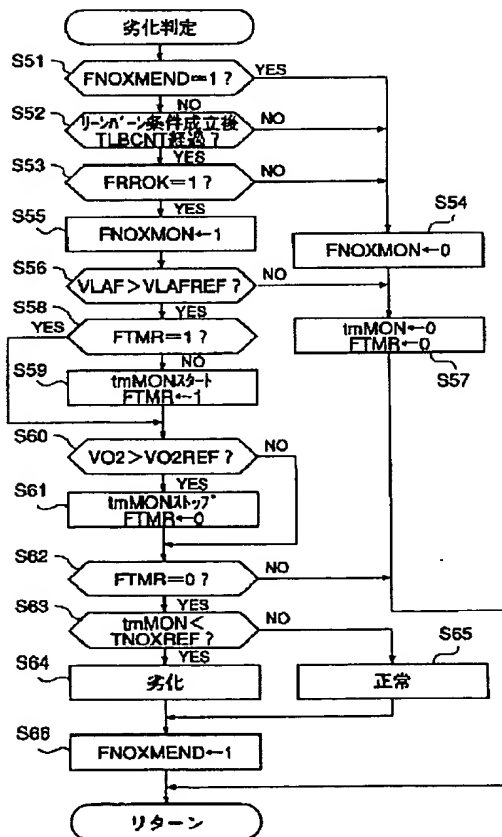
【図6】



【図8】



【図7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁶

識別記号

F I

F 0 2 D 41/04

3 0 5

F 0 2 D 41/04

3 0 5 Z

45/00

3 6 8

45/00

3 6 8 F